

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2009

Michal Majerčík

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra měřicí a řídicí techniky

Opakovač příkazů DALI sběrnice
Command Repeater for DALI Industrial Bus

2009

Michal Majerčík

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Michal Majerčík

V Ostravě dne 7.5 2009

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 ods. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Michal Majerčík

V Ostravě dne 7.5 2009

Poděkování

Mé upřímné poděkování patří vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Kotzianovi Ph.D. za jeho odbornou pomoc cenné rady. Dále děkuji firmě HORMEN CE a.s. za to, že mi umožnila pracovat na bakalářské práci a že mi poskytla odborně technické informace. Děkuji svým rodičům za podporu a trpělivost.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací opakovače na speciální typ osvětlovací sběrnice DALI. Návrh je realizován pro Firmu HORMEN CE a.s. Nutnost zařízení vyplývá z chyby která vzniká po výpadku napájení.

V první části je obecně popsán celý systém, jeho komponenty. Je také popsán význam výroby opakovače a jeho základní funkce. V následující části jsou popsány jednotlivé části systému, jejich stavba a praktický význam. Systém je rozdělen do bloků které jsou postupně vysvětlovány. Je uveden popis řešení problémů, jednotlivě vysvětlené bloky a jejich princip. V závěru mé práce je vyhodnocení přínosu zařízení pro praktické využití. Odhadovaná kalkulace ceny výrobku by neměla přesahovat náklady systému a neměla by výrazně navršovat cenu již stávajícího systému.

Klíčová slova

Microsoft Visual Studio, Freescale CodeWarrior, Motorola HCS 8, DALI, Eagle

Abstract

Bachelor's thesis describes the design and implementation of repeater on a special type of lighting DALI bus. The proposal is made for the company HORMEN CE a.s. The need for facilities implies that arises from an error after a power failure.

The first part is a general description of the whole system and its components. It also describes the importance of production repeater and its basic functions. The following section describes the individual components of the system, their construction and practical significance. The system is divided into blocks which are gradually explained. It is a description of problem-solving, individual blocks and explained their principles. At the end of my work is to evaluate the contribution of equipment for practical use. Estimated calculation of product prices should not exceed the cost of the system and should not significantly navršovat price already existing system.

Keywords

Microsoft Visual Studio, CodeWarrior Freescale, Motorola HCS 8, DALI, Eagle

Seznam použitých symbolů a zkratk

DALI – Digitálním adresovatelném osvětlovacím rozhraní

DPS – Deska plošného spoje

EAGLE – Program pro vyvážení desky plošných spojů

Obsah

1	Úvod	1
2	Technický popis zařízení	2
3	Popis částí systémů DALI.....	5
3.1	Napájecí zdroj sběrnice DALI	5
3.2	Kabelizace	6
3.3	Elektronické předřadníky	6
3.4	Programátor sběrnice	7
3.5	Ovládací prvky	7
3.6	Ovládací program	8
4	Komunikační protokol DALI	10
4.1	Technický popis	10
4.2	Přenosová charakteristika	11
4.3	Vzorek požadovaného napěťového signálu	12
4.4	Vzorek požadovaného proudového signálu	13
4.5	Přenosový protokol	14
4.6	Adresování	15
4.7	Příkazy pro nepřímé programování předřadníků	16
5	Návrh hardware	18
5.1	Napájecí část opakováče	19
5.2	Procesorová část	20
5.3	Čtení a zápis na sběrnici	22
5.4	Odpojovač sběrnice.....	23
5.5	Integrátor.....	23
6	Software	24
6.1	Codewarrior	24
6.2	Programovací jazyk C.....	25
6.3	Vývojový diagram	26
6.4	C#.....	27
7	Návrh plošného spoje.....	28
7.1	Schéma zapojení z programu Eagle.....	28
8	Závěr	31
9	Literatura	31
10	Seznam příloh.....	32

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá řešením nedostatků DALI sběrnice. Problém sběrnice je ten, že při výpadku napájení si sběrnice neuchová poslední zadaný stav. Po znovu obnovení napájení systému se automaticky nastaví do výrobcem zadané hodnoty. Tato hodnota říká, „zapni světla na 100%“. Práce se zabývá návrhem a realizací opakovače sběrnice. Ten má na starosti to, aby po znovu obnovení napájení sběrnice poslal k danému předřadníku jeho poslední navolenou hodnotu. Návrh systému a jeho realizace byl požadavek firmy Hormen CE a.s.

V jednotlivých kapitolách je obeznámení se systémem a postupný návrh systému. Kapitola dvě se zabývá obecným popisem jak systém DALI vznikl a jaké je jeho uplatnění v praxi. V kapitole tři jsou vypsány jednotlivé komponenty systému. Pro zjednodušení jsou vypsány jenom základní prvky systému Firma Helvar má ve svém sortimentu obrovské množství zařízení o kterých si nebudeme popisovat. V kapitole čtyři je popsán komunikační protokol, jak se posílají data a jak vypadají jednotlivé rámce příkazů. V kapitole pět je popsán kompletní návrh hardwarové části. Kapitola popisuje, jak byl systém navržen a jaké komponenty jsou vhodné použít. Kapitola šestá popisuje softwarové vybavení, jak byl systém navržen a jaká je struktura programu. Obsahuje vývojový diagram, který popisuje jak má systém pracovat. V kapitole sedm je popsán návrh a postup jak navrhnu desku plošného spoje. Je popsáno vývojové prostředí Eagle, jeho funkce a možnosti v návrhu desek plošných spojů. V poslední kapitole je závěr, který popisuje zhodnocení zařízení a jeho přínos pro další uplatnění v praxi.

2 Technický popis zařízení

Tato práce poskytuje základní informace o „Digitálním adresovatelném osvětlovacím rozhraní“ (DALI). Koncepce DALI byla vyvinuta za účelem překonání problémů spojených s 1-10V analogovou ovládací technologií. DALI je jednoduchý digitální systém fungující bez složitostí některých systémů správy budov založených na sběrnících. Podobně jako 1-10V systém má DALI možnosti provádět adresování s možností adresování svítidel ve skupinách nebo jednotlivě. Protokol specifikuje obousměrný přenos dat umožňující zpětnou vazbu v reakci na dotazy na zjištění stavu daného svítidla.

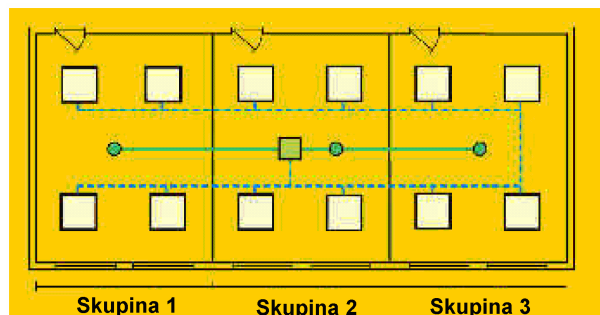
Rozsah normy DALI je omezen na popis elektrického rozhraní a zpracování protokolu používaného předřadníky v osvětlovacím průmyslu. Norma bude uveřejněná v mezinárodním normalizačním procesu IEC 60929.

Technologie DALI byla vyvinuta jako cenově výhodný systém se snadnou instalací, programováním a údržbou. Aby bylo možné udržet nízkou cenu, bylo třeba přikročit k určitým omezením. K nim patří možnost zapojení max. 64 adresovatelných jednotek, které je možné sdružit do max. 16 skupin. Na trhu je již k dispozici stále se rozšiřující škála osvětlovacích produktů od několika výrobců. Všichni členové skupiny zaručují bezproblémové propojení veškerých součástí DALI.

Komunikace a instalace byly zjednodušeny na největší možnou míru. Veškeré inteligentní komponenty komunikují v lokálním systému způsobem, který je jednoduchý a v němž nedochází k žádnému rušení. Na zapojení a datovou kabeláž nejsou žádné zvláštní požadavky a není potřeba instalovat ukončovací odpory na kabelech k ochraně před odrazy. V současné době se mnohem častěji využívají různé regulační techniky už i v řízení osvětlení budov. Dobře navržený systém automatizace a řízení budovy zaručuje, že všechny složky – topení, ventilace, klimatizace, osvětlení, požární ochrana, bezpečnost, pohotovostní výkon, plynulá dodávka energie, chladicí systémy reagují na změnu podmínek. Vstupní veličinu můžeme považovat například roční období, východ a západ slunce, požadavek uživatele. Dobře navržený regulační systém, by měl vést i k úspoře financí.

Moderní regulační systému, jakým je systém DALI, je určen především k ovládní osvětlení jak již bylo výše uvedeno. V každém svítidle se nachází elektronický předřadník. Tento předřadník dokáže svítidlo zapnout, vypnout a stmívat. Stmívání je děleno po 255 krocích. Pro lepší názornost využití systému si uvedeme příklad. Máme firmu, ve které máme pár kanceláří. Je tady zaveden systém DALI a následující výbavou:

- dálkové ovládání
- infračervená čidla
- regulátor DALI určený pro místnosti



Obr. 1 Návrh DALI systému

Místnost je rozdělena na tři části. Celý systém je možno naprogramovat pomocí dálkového ovládaní. Ke každému čidlu se přiřadí počet světel, které bude dané čidlo ovládat. Pomocí dálkového ovladače svítidla v dané místnosti můžeme svítidla zapnout, vypnout nebo snížit jejich intenzitu a svít. Flexibilita systému spočívá v tom, že například při přestavbě místností, se velice jednoduše, pomocí dálkového ovladače jenom přeprogramují světelné scény.

Všeobecné výhody DALI systému:

- Jednoduché zapojení ovládacích linek (žádné tvoření skupin, žádná polarita)
- Je možné ovládání jednotlivých jednotek (individuální adresování) nebo skupin (skupinové adresování)
- Je možné kdykoli ovládat všechny jednotky simultánně (zabudovaná funkce počáteční operace) pomocí všeobecného adresování
- Neočekávají se žádné interference datové komunikace díky jednoduché datové struktuře
- Zprávy o stavu ovládacího zařízení (závada světla.....), (možnosti podávání zpráv: o všech / podle skupiny / po jednotkách)
- Automatické vyhledávání ovládacích zařízení
- Automatické a simultánní stmívání všech jednotek při volbě dané scény
- Logaritmické chování stmívání – přizpůsobení citlivosti očí
- Systém s přiřazenou inteligencí (každá jednotka mezi dalším obsahuje následující údaje: individuální adresu, skupinové přiřazení, hodnoty osvětlovací scény, dobu stmívání, ...)
- Provozní tolerance světel lze uložit jako základní hodnoty (např. za účelem úspory energie lze nastavit maximální hodnoty)
- Nastavení rychlosti tlumení světel
- Identifikace typu jednotky

- Je možné zvolit nastavení pro nouzové osvětlení (volba konkrétních předřadníků, úroveň ztlumení)
- Není třeba přepínat externí relé na napětí sítě (to provádí vnitřní elektronické komponenty)
- Nižší systémové náklady a více funkcí ve srovnání se systémy 1-10V

Intelligence systému nebyla centralizována za účelem definování rozhraní DALI pro ovládací zařízení. To znamená, že mnoho nastavení a hodnot osvětlení je uloženo v jednotlivém předřadníku:

- individuální adresy
- skupinová zadání
- hodnoty scén osvětlení
- doby stmívání
- úroveň nouzového osvětlení (úroveň selhání systému)
- úroveň zapnutí energie

DALI jako samotný systém je nejjednodušší možnost v řízení budov. Ve většině případů se bude skládat ze zjednodušené řídicí jednotky, která nebude využívat plnou funkčnost DALI. Je to opravdový samostatný ovládací systém osvětlení bez napojení na systém správy budovy. Všechny funkce (i nastavení, údržba, atd.) se provádějí lokálně. Ovládací prvky a senzory jsou připojeny k řídicí jednotce obvyklým způsobem analogovou nebo digitální formou.

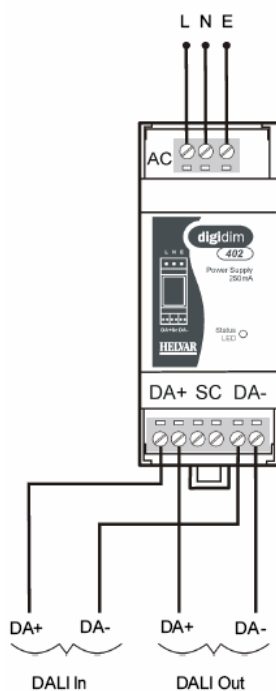
[1]

3 Popis částí systémů DALI

V úvodu jsme popsali modelovou situaci, jak se dá systém DALI používat v praxi. K tomu, aby nám systém fungoval, je zapotřebí několik základních prvků. V následujících kapitolách si je popíšeme a vysvětlíme k čemu slouží a jak se musí navrhnou základní systém.

3.1 Napájecí zdroj sběrnice DALI

Napájecí zdroj je základní částí celého systému. Nejedná se o standardní zdroj. V celém systému DALI se nesmí používat jiné zdroje, než zdroje od firmy HELVAR typ 402 nebo 401. Na obrázku 2 si ukážeme napáječ 402 pro montáž na DIN lištu.



Obr. 2. napájecí zdroj 402

Napájecí zdroj musí mít následovní parametry:

- Vstupní napětí: 85 – 265V AC, (48-62Hz)
- Výstupní napětí: 22V DC nominálních (250mA)

V úvodu bylo opomenuto, že v systému se nerozlišuje polarita. V jednom případě však ano. Jedná se o případ, kdy je kabelizace natolik dlouhá, že je potřebné použít další zdroj. Tehdy se musí dodržet polarita napáječů. Ale takových případů je v praxi skutečně málo.

3.2 Kabelizace

Celá datová komunikace systému je realizovaná pomocí dvou drátů. Když se systém využívá v prostoru s nadměrným výskytem rušení (výrobní haly s motory, elektrárny atd.) je zapotřebí použít stínění kabelů. Maximální délka kabelu mezi dvěma spojenými systémy nesmí přesáhnout 300 metrů. Doporučení kabelizace použité při výstavbě systému je uvedena v tabulce 1.

Délka kabelu	Minimální průměr kabelu
do 100 metrů	0,5 mm ²
100 - 150 metrů	0,75 mm ²
nad 150 metrů	1,5 mm ²

Tab. 1 – Typ kabelizace

Díky nízké přenosové rychlosti není potřeba používat speciální kabely nebo dráty jako např. kroucené nebo stíněné kabely. Jelikož je digitální rozhraní galvanicky odděleno od síťového přívodu ovladače. Ovladače, které jsou připojeny k různým fázím síťového přívodu (L1, L2 nebo L3) se mohou propojit navzájem.

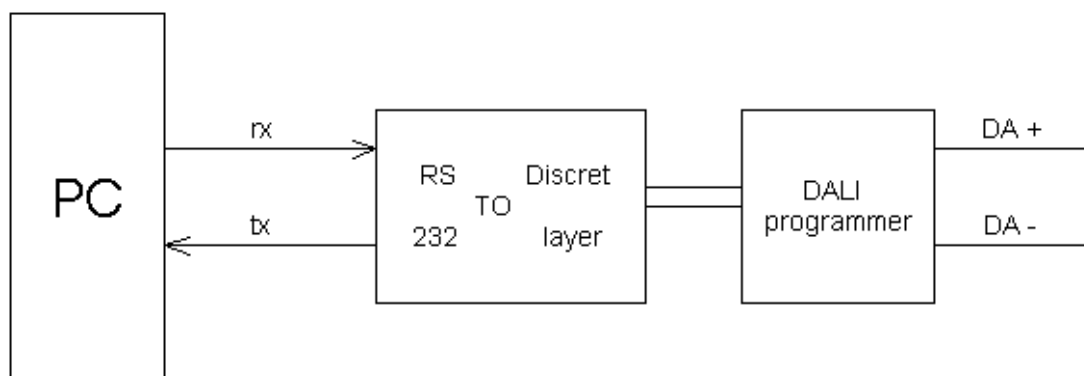
3.3 Elektronické předřadníky

V praxi se využívá obrovského množství elektronických předřadníků. Je to zapříčiněno obrovským množstvím světelných zdrojů. Proto se ve své práci budu věnovat jenom předřadníku, s kterým jsem pracoval.

Elektronický předřadník má za úkol řídit světelný tok světelného zdroje. Ve světelných trubicích má za úkol zapálit plyn. Po bezpečném zapálení plynu elektronika udržuje stálou hladinu jednosměrného napětí o velikosti přibližně 400V. Elektronické předřadníky, které jsou upraveny na to, aby byli funkční na sběrnici DALI mají tedy DALI vstup. V následující kapitole budeme hovořit o tom jak vypadají DALI příkazy. Předřadník obsahující DALI vstup má v sobě zabudován převodník z digitálních příkazů na analogovou hodnotu. Tato analogová hodnota se pak následně používá jako referenční hodnota, která určuje svit světelného zdroje. Příklad části elektronického předřadníku viz příloha.

3.4 Programátor sběrnice

Ve výše uvedeném textu bylo psáno, že se systém může programovat pomocí dálkového ovládaní. Toto se realizuje u snadnějších systémů. Jestli máme rozsáhlou několika patrovou budovu, tak není v našich silách programovat celou budovu pomocí ovladače. V takovém případě se systém programuje pomocí rozhraní na to určenému. Jeho blokové schéma je na obrázku 3. Programovací systém je rozdělen do dvou částí. První část je sériové rozhraní. Zařízení má hlavně za úkol galvanické oddělení systémů. Druhá jednotka je zabudovaná v rozvodně a její úkolem je převést diskretní signál na DALI sběrnici.



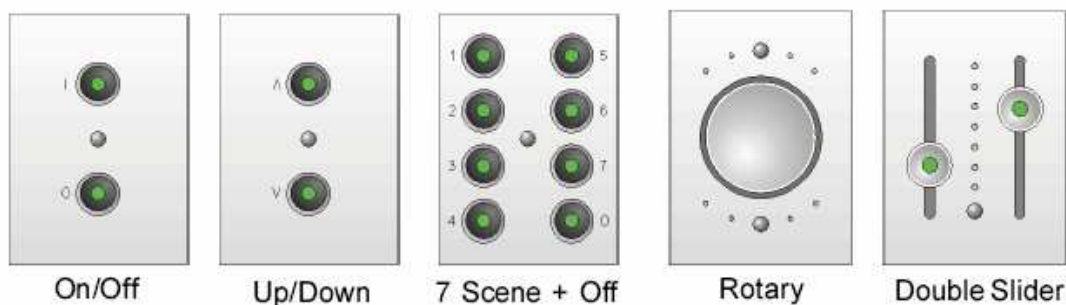
Obr 3. Programátor DALI sběrnice

K programátoru se dodává také program na programování systému pomocí daného rozhraní. Ten si popíšeme v další kapitole. Programátor není zapotřebí, jestli se v systému využívá Helvar Router. Ten totižto má všechny programovací prvky již v sobě. Jeho cena je, ale podstatně vyšší.

Po připojení k systému a spuštění ovládacího programu si systém načte všechny zařízení v systému. Programátor je v podstatě jenom převodník mezi datami z PC a sběrnici DALI. Veškerá paměť provázání mezi zařízeními je v zařízeních.

3.5 Ovládací prvky

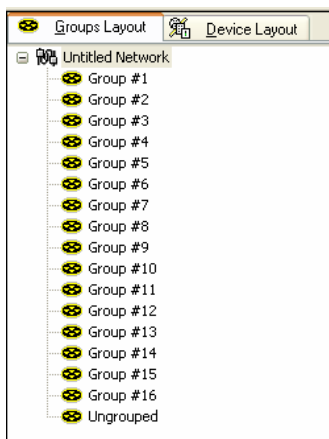
Ke každému říditelnému systému je zapotřebí ovládací prvky. U ovládacích prvků nejsou kladeny nijak vysoké požadavky. Zaleží jenom, co konkrétně potřebujeme ovládat. Několik základních typů ovladačů je uvedeno na obrázku 4. Je nutno samozřejmě dodat, že ovládací prvky musí být schváleny firmou Helvar.



Obr 4. Ovládací prvky

3.6 Ovládací program

Pro výše popsany systém programování je zapotřebí ovládací program. Program je vyroben společností Helvar pod názvem Digidim Toolbox. Je určen právě k programování DALI komponentů. Jeho výhodou je, že z pohodlí svého počítače jsme schopni naprogramovat několika patrovou budovu. Je to ovšem za předpokladu, že máme k dispozici dostatečně dobrou dokumentaci o projektu. Program samozřejmě disponuje funkcí na rozpoznávání elektronických předřadníků. Jestli tedy nevíme, který předřadník se nám aktuálně hlásí, jednoduše si zvolíme režim blikání a okamžitě vidíme, který předřadník (svítidlo) aktuálně programujeme. Po takovémto rozpoznání sítě můžeme začít programovat předřadníky do jednotlivých skupin. V síti může být zapojeno 64 zařízení. Těchto 64 zařízení může být zařazeno do 16 světelných skupin. V programu je již nadefinováno přímo 16 skupin viz obrázek 5.



Obr. 5 16 základních skupin

Prakticky se nemusí svítidla přidělovat do skupin. Je to jenom o přehlednosti. Tedy můžeme všech 64 adres (pokud jsou využity všechny) nechat v první skupině.

Po připojení všech k tomu potřebných komponentů se po spuštění programu načtou všechny připojené zařízení a jejich vlastnosti a aktuální hodnoty. Pod vlastnostmi si můžeme rozumět či je předřadník stmívatelný, nebo je jen určen pro zapnutí/vypnutí. Jestli je již systém nakonfigurován, zobrazí se nám také zařazení do skupin.

4 Komunikační protokol DALI

Cílem standardizace ovládacího rozhraní pro "řízení elektronických předřadníků pomocí digitálních signálů" je zajištění schopnosti provozní spolupráce zařízení – elektronických předřadníků a regulátorů osvětlení – od různých dodavatelů, pod úrovní systémů správy budovy, s použitím více hlavních řídicích jednotek (multimaster control). Proto má toto rozhraní robustní, ale omezené technické parametry, za účelem dosažení nízkého aplikačního prahu, nejen pokud jde o nákupní cenu předřadníku, ale i rychlou realizaci zapojení. Přímé výhody plynoucí z použití této koncepce jsou hlavně snadné vytváření ovládacích instalací a žádná relé spínající hlavní elektrická vedení.

4.1 Technický popis

Celá funkčnost systému se dá shrnout do několika bodů. My si uvedeme ty nejzákladnější pro představu, jak systém pracuje a jaké jsou jeho základní parametry.

Popis:

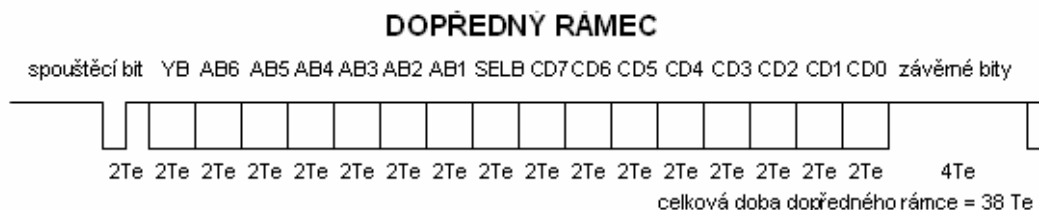
- Nejvýše 64 individuálně adresovatelných předřadníků v jednom systému
- Předřadník nemůže pracovat jako hlavní řídicí jednotka.
- Několik skupin předřadníků
- Dvojfázové kódování za účelem detekce chyb
- Asynchronní arytmičtý přenosový protokol
- Nízká rychlost vytváření informace: 1200 bit/s
- Přípustný úbytek napětí na kabelu: 2 V
- Žádné zemní smyčky díky izolaci v předřadníku
- Tolerance všech časových rozvrhů je $\pm 10\%$, není-li specifikováno minimum/maximum.

Toto je základní stručný technický popis celého systému DALI. Obecné informace o systému napovídají, že se nejedná o příliš složitý systém, za to se ale chlubí svojí stabilitou a spolehlivostí. Jsou bezpečně ošetřeny kolizní stavy právě díky dvoufázovému kódování. Více technických informací si povíme v následující kapitole.

[2]

4.2 Přenosová charakteristika

Přenosová rychlost vyjádřená šířkou pásma je specifikována jako 1200 Hz pro dopředný i zpětný kanál. Všechny specifikované napěťové a proudové úrovně se vztahují ke svorkám elektronického předřadníku. Všechny rámce dopředných zpráv jsou tvořeny 19 bity. Struktura rámce je znázorněna na obrázku 6.

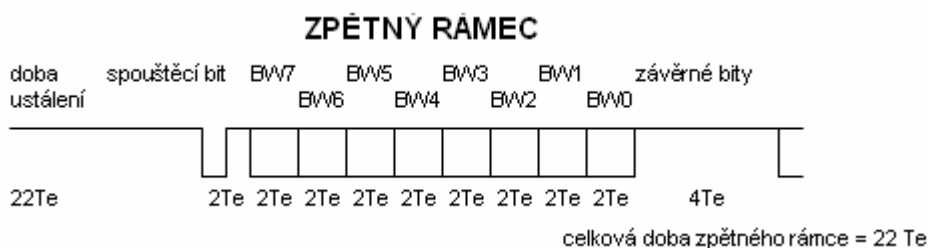


Obr 6. Schéma impulsu dopředného rámce

Struktura rámce vypadá následovně:

- 1 spouštěcí bit (start bit)
- 1 adresový bajt: 1 individuální nebo skupinový adresový bit,
6 adresových bitů,
1 výběrový bit
- 1 datový bajt: 8 datových bitů
- 2 závěrné bity (stop bity)

Rámec zpětné zprávy je tvořen 11 bity. Jeho struktura je vyobrazena na obrázku 7.



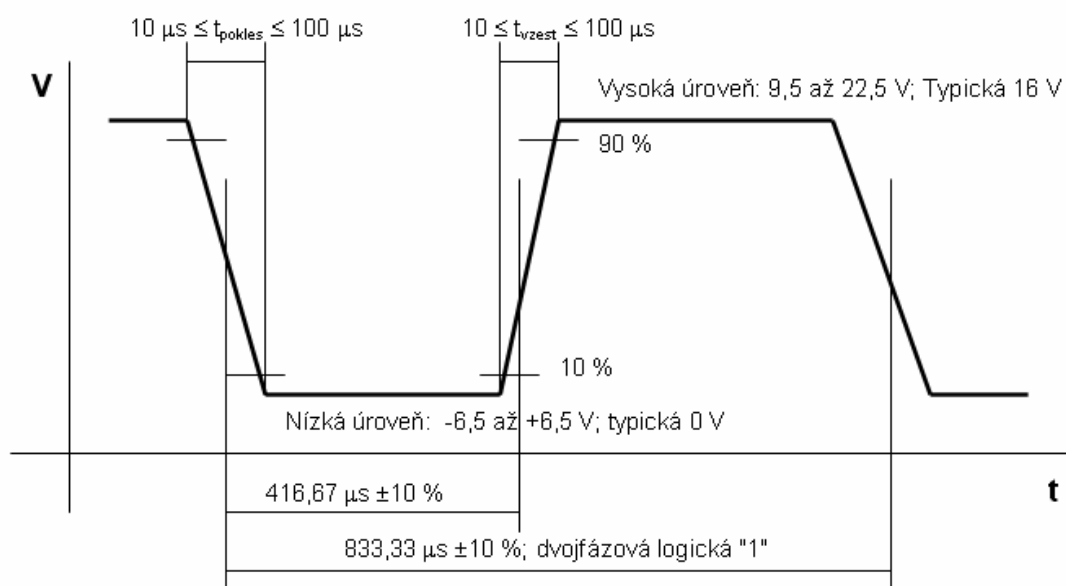
Obr 7. Schéma impulsu zpětného rámce

- 1 spouštěcí bit (start bit)
- 1 datový bajt: 8 datových bitů
- 2 závěrné bity (stop bity)

[2]

4.3 Vzorek požadovaného napětového signálu

Pro spolehlivý provoz elektronického předřadníku nad specifikovanou provozní teplotou se považují za přiměřené úrovně signálů uvedené na obrázku 7. Pokud nedochází ke komunikaci (stav naprázdno), je napětí rozhraní obecně vysoké. Doby sestupné a vzestupné hrany signálu přijímaných dat na svorkách digitálního rozhraní předřadníku musí být $10\ \mu\text{s} \leq t_{\text{pokles}} \leq 100\ \mu\text{s}$ a $10 \leq t_{\text{vzest}} \leq 100\ \mu\text{s}$. Stanovené hodnoty t_{pokles} a t_{vzest} jsou dosažitelné ve všech konfiguracích typů vodičů a délek kabelů.



Obr 7 časování na svorkách předřadníku

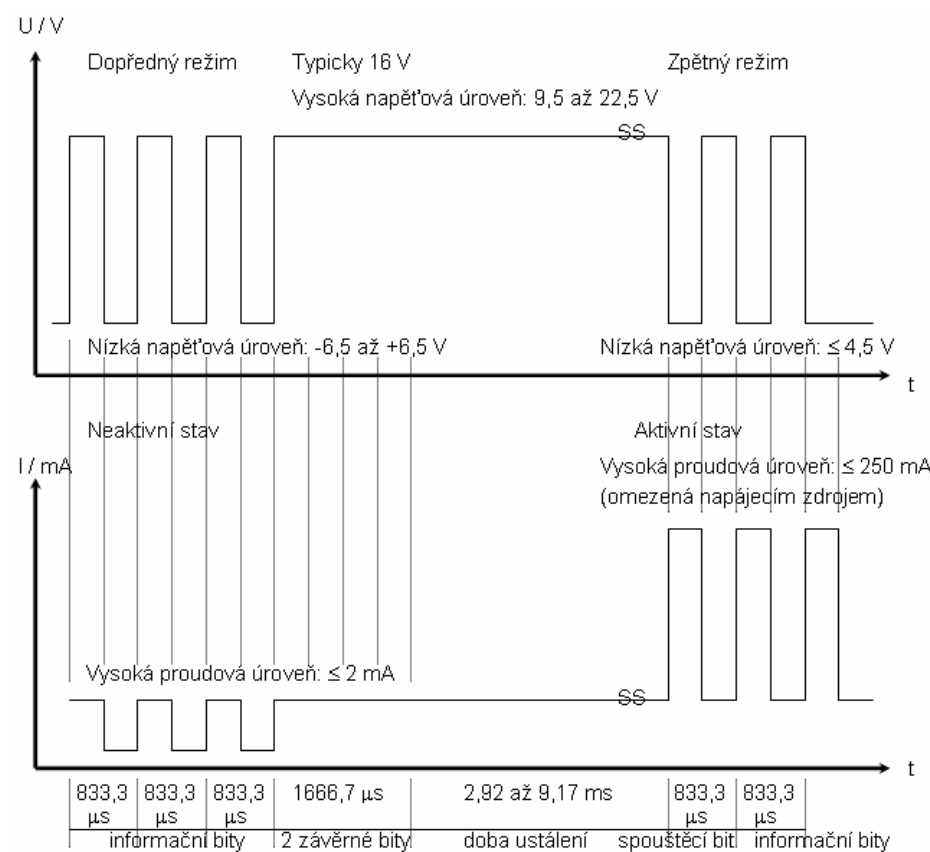
Napětový rozsah pro "vysokou úroveň" musí být mezi 9,5 a 22,5 V a pro "nízkou úroveň" mezi -6,5 a +6,5 V. Mezi 6,5 a 9,5 V je úroveň nedefinovaná.

[2]

4.4 Vzorek požadovaného proudového signálu

V neaktivním stavu nesmí proud předřadníku překročit 2 mA, při napětí $\leq 22,5$ V, z důvodu přípustného maximálního počtu předřadníků na jednu řídicí jednotku. Toto musí být zaručeno každým výrobcem předřadníku. Předřadník musí být v aktivním stavu schopen poklesu napětí alespoň na 4,5 V, při proudu ≤ 250 mA. Předřadník musí v tomto stavu udržet napětí rozhraní pod hranicí 4,5 V. Napájecí zdroj rozhraní musí za všech okolností omezit napájecí proud na nejvýše 250 mA. Elektrické parametry rozhraní na svorkách předřadníku jsou tyto:

- **aktivní stav:** nízká napěťová úroveň $\leq 4,5$ V
vysoká napěťová úroveň ≤ 250 mA (omezeno napájecím zdrojem)
- **neaktivní stav:** vysoká napěťová úroveň $\leq 22,5$ V; nízká napěťová úroveň $\leq 6,5$; proud při vysoké úrovni napětí ≤ 2 mA



Obr 8 napěťové a proudové úrovně

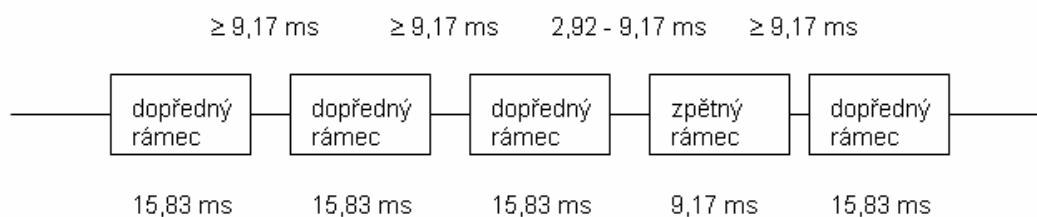
4.5 Přenosový protokol

V této kapitole si popíšeme strukturu rámce. Dopředný rámec se skládá z těchto dvojfázově kódovaných bitů: jednoho spouštěcího bitu (logická "1"), jednoho adresového bajtu a jednoho datového bajtu. Rámec je ukončen dvěma závěrnými bity (klidovými). Závěrné bity by neměly obsahovat žádnou změnu fáze.

Zpětný rámec se skládá z těchto dvojfázově kódovaných bitů: jednoho spouštěcího bitu (logická "1") a jednoho datového bajtu. Rámec je ukončen dvěma závěrnými bity (klidovými). Závěrné bity by neměly obsahovat žádnou změnu fáze.

Struktura rámce musí být testována v přijímající jednotce. V případě porušení kódu musí být rámec ignorován. 1,7 ms po výskytu porušení kódu musí být předřadník připraven znovu přijímat data. Dotazovací příkazy mohou být takové, na něž se dá odpovědět "Ano", "Ne" nebo osmibitovou informací. Odpovědi jsou rovněž dvojfázově kódované, s výjimkou odpovědi "Ne":

- "Ano": 1111 1111
- "Ne": předřadník nebude reagovat
- osmibitová informace: XXXX XXXX



Obr 9 časový přechod rámců

Doba ustálení mezi dvěma po sobě následujícími dopřednými rámci je minimálně 9,17 ms. Pak čtyři dopředné rámce s průvodními 9,17 sekundovými dobami přesně vyplní 100ms interval.

- Doba ustálení mezi dopředným a zpětným rámcem je 2,92 až 9,17 ms. Řídící jednotka musí čekat až 9,17 ms. Pokud není do 9,17 ms zahájen žádný zpětný rámec, musí to být interpretováno jako neexistence odpovědi.
- Doba ustálení mezi zpětným a dopředným rámcem je nejméně 9,17 ms.

[3]

4.6 Adresování

Každý standardní předřadník je schopen reagovat na krátkou adresu, šestnáct skupinových adres a vysílání (přenos stejných dat do všech míst určení). Je použito následující adresní schéma.

Typ adresy:		Adresový bajt:
krátká nebo skupinová adresa		YAAAAAAS
64 krátkých adres	0-63	0AAAAAAS
16 skupinových adres	0-15	100AAAAAAS
vysílání		1111111S
Zvláštní příkaz:		Adresový bajt:
část adresových příkazů		101CCCC1
a		110CCCC1

Vysvětlivky:

A: významný adresový bit

S: výběrový bit: S = "0" následuje přímá úroveň výkonu oblouku; S = "1" následuje příkaz

C: významný bit "ADRESNÍHO PŘÍKAZU"

Y: krátká nebo skupinová adresa / vysílání: Y = "0" krátká adresa;
Y = "1" skupinová adresa nebo vysílání

Osmý bit prvního bajtu se používá jako výběrový bit. Popisuje, zda v druhém bajtu následuje přímé řízení úrovně výkonu oblouku nebo příkaz.

Budoucí rozšíření adresního prostoru se musí vyhnout použití prvních tří nejvýznamnějších bitů v kombinacích 101 a 110. Tyto kombinace se používají pro zvláštní příkazy. Je-li předřadník připojen k systému, již má krátkou adresu nebo reaguje jen na vysílací příkazy. Krátká adresa je dána buď hardwarovými prostředky, nebo se programuje pomocí definovaných příkazů. Skupinová adresa se programuje pomocí definovaných příkazů.

[3]

4.7 Příkazy pro nepřímé programování předřadníků

Pro nepřímé programování je možno využít 31 příkazů. Vysvětlíme si jednotlivé kroky co znamenají jak je použít.

Příkaz 0: YAAA AAA1 0000 0000 "VYPNOUT"

Okamžitě zhasne lampy, bez plynulého snižování jasu.

Příkaz 1: YAAA AAA1 0000 0001 "ZVÝŠIT"

Zvyšuje jas po dobu 200 ms zvolenou RYCHLOSTÍ TLUMENÍ. Žádná změna, pokud již je výkon oblouku na "MAX ÚROVNI". Jestliže je tento příkaz přijat znovu poté, co již byl vykonán, je znovu aktivován. Tento příkaz má vliv jen na lampy se zapálenými lampami. Tímto příkazem se žádné lampy nezapálí.

Příkaz 2: YAAA AAA1 0000 0010 "SNÍŽIT"

Snižuje jas po dobu 200 ms zvolenou RYCHLOSTÍ TLUMENÍ. Žádná změna, pokud již je výkon oblouku na "MIN ÚROVNI". Jestliže je tento příkaz přijat znovu poté, co již byl vykonán, je znovu aktivován. Tímto příkazem se nevypínají lampy.

Příkaz 3: YAAA AAA1 0000 0011 "ZVÝŠIT O KROK"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku o jeden krok vyšší, okamžitě, bez plynulého zvyšování jasu. Žádná změna, pokud již je výkon oblouku na "MAX ÚROVNI". Tento příkaz má vliv jen na lampy se zapálenými lampami. Tímto příkazem se žádné lampy nezapálí.

Příkaz 4: YAAA AAA1 0000 0100 "SNÍŽIT O KROK"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku o jeden krok nižší, okamžitě, bez plynulého snižování jasu. Tímto příkazem se nevypínají lampy. Žádná změna, pokud již je výkon oblouku na "MIN ÚROVNI".

Příkaz 5: YAAA AAA1 0000 0101 "VYVOLAT MAX ÚROVEŇ"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku na "MAX ÚROVEŇ" bez plynulé změny jasu. Jestliže je lampa vypnuta, bude tímto příkazem zapálena.

Příkaz 6: YAAA AAA1 0000 0110 "VYVOLAT MIN ÚROVEŇ"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku na "MIN ÚROVEŇ" bez plynulé změny jasu. Jestliže je lampa vypnuta, bude tímto příkazem zapálena.

Příkaz 7: YAAA AAA1 0000 0111 "SNÍŽIT O KROK A VYPNOUT"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku o jeden krok nižší, okamžitě, bez plynulého snižování jasu.

Pokud již je výkon oblouku na "MIN ÚROVNI", lampa se tímto příkazem vypne.

Příkaz 8: YAAA AAA1 0000 1000 "ZAPNOUT A ZVÝŠIT O KROK"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku o jeden krok vyšší, okamžitě, bez plynulého zvyšování jasu. Jestliže je lampa vypnuta, tímto příkazem se zapálí a nastaví na "MIN ÚROVEŇ".

Příkaz 9 - 15: YAAA AAA1 0000 1XXX

Rezervováno pro budoucí potřeby.

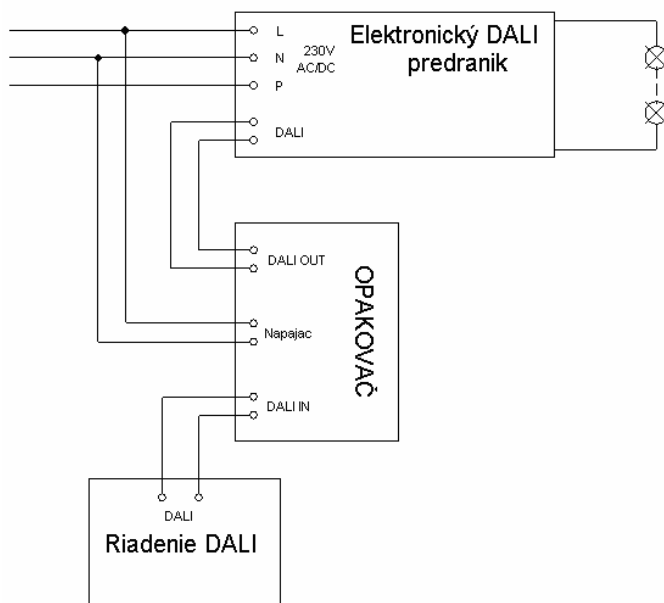
Příkaz 16 - 31: YAAA AAA1 0001 XXXX "PŘEJDI NA SCÉNU"

Nastavuje skutečnou úroveň výkonu oblouku na hodnotu uloženou pro scénu XXXX, s použitím aktuální doby tlumení. Jestliže předřadník nepatří ke scéně XXXX, úroveň výkonu oblouku zůstane nezměněna. Jestliže je lampa vypnuta, tímto příkazem se zapálí.

[3]

5 Návrh hardware

Po předešlých teoretických úvahách, bylo zapotřebí navrhnout hardwarové zapojení navrhovaného výrobku. Celé zapojení je blokově znázorněno na obrázku 10. Jednotlivé části zapojení si následně vysvětlíme.



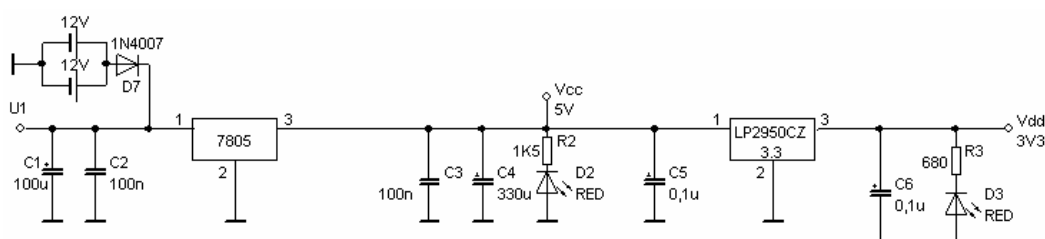
Obr 10 blokové schéma navrhovaného systému

Z blokového schématu je zřejmé, jak vypadá základní zapojení DALI systému. Za normálních okolností se řídicí systém (master) přímo propojí s ovládaným předřadníkem (slave). Tedy přímé řízení. Nedostatkem DALI systému je to, že při výpadku napájení si systém nepamatuje poslední hodnotu před výpadkem. Po zapnutí napájení se systém nastaví do výchozí polohy která je výrobně nastavena jako rozsvít' na 100%. Můžeme si uvést modelovou situaci, že máme přednáškovou místnost kde máme ovládaní DALI. V pátek večer vypadne napájení a opět naběhne za nějakou dobu. Místnost bude svítit až do doby, kdy někdo nezmění tento stav. Tento stav řeší právě zabudovaný opakováč. Nyní si rozebereme jeho hardwarovou část.

5.1 Napájecí část opakovače

Asi nejzákladnější částí celého zapojení je napájecí zdroj. Napájecí zdroj je konstruován tak, že v něm chybí transformátor, usměrňovač a filtr. Je to z toho důvodu, že kdyby toto zařízení obsahovalo kompletní napájecí zdroj a chtělo se používat v provozu, tak se musí dát na zařízení udělat zkoušky jestli vyhovuje pro připojení do elektrické sítě. Homologace takového zařízení je značně drahá a prodražilo by to celkový produkt. Levněji vychází koupit už homologovaný zdroj a používat jej.

Na obrázku 11 se nachází schéma zapojení napájecího zdroje.

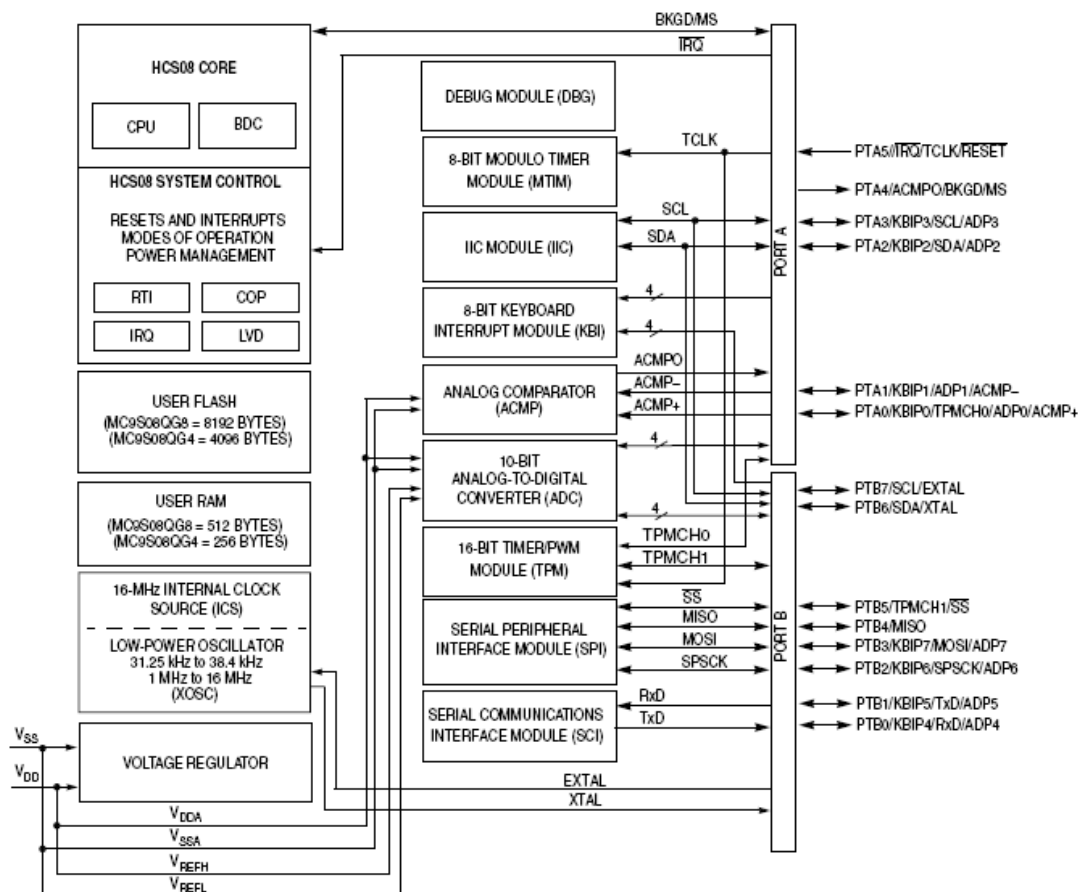


Obr 11 schéma zdroje

Vstupní napájení zdroje může být v rozsahu od 6V do 24V. Na vstup U1 jsou vstupní filtrační kapacity na vyfiltrování napěťových špic při zapínání zdrojů. Po vstupní filtraci se dostáváme na monolitický integrovaný stabilizátor 7805. Výhodou tohoto obvodu je, že nepotřebuje velké množství součástek ke své činnosti. Stabilizace je zavedena zpětnou vazbou, která je zavedena přímo v stabilizátoru. Ta zabezpečuje, aby se stabilizátor vlivem odběrových špiček nerozkmital a byl stabilní v celém svém rozsahu. Dále se opět nacházejí filtry a LED dioda, která indikuje funkčnost první části zdroje. Další část zdroje tvoří obvod LP2950CZ-3.3. Tento obvod má na starosti stabilizaci 5V výstupu první části zdroje na stabilizaci 3V3, která je potřebná k napájení procesoru Motorola MC9S08QG8. Na výstupu obvodu je filtrační kondenzátor na vyhlazení napěťových špic. Také je zde informační LED dioda informující o funkčnosti této části zdroje. Celé zapojení napájecího zdroje je ošetřeno zálohovacími bateriemi. Jsou to 2 tužkové baterie s napětím 12V. V záloze jsou použity dva kusy kvůli většímu proudovému odběru.

5.2 Procesorová část

Celý systém je postaven na mikroprocesoru od společnosti Freescale. Systém je postaven na 8bitovém mikroprocesoru MC9S08QG8. Struktura procesoru je znázorněna na obrázku 12.

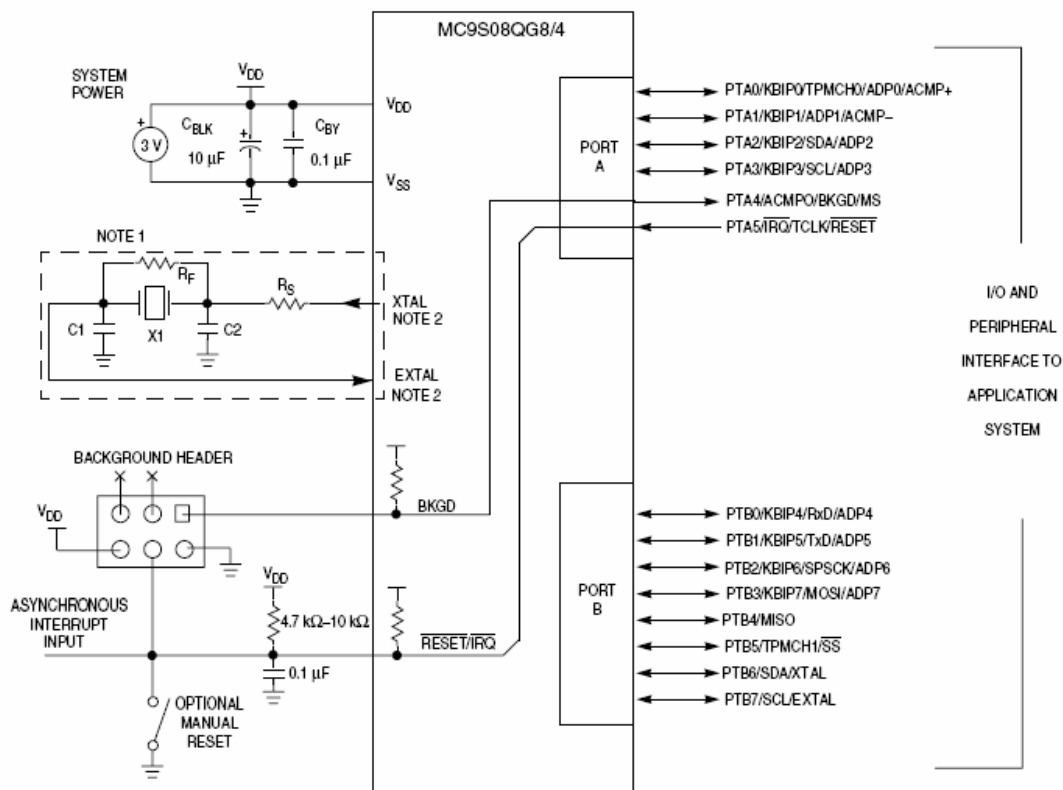


Obr 12 Architektura mikroprocesoru MC9S08QG8

Výbava mikroprocesoru:

- 8 Kbytes FLASH
- 512 bytes RAM
- SPI - Sériové periferní rozhraní modulu
- SCI – Sériové komunikační rozhraní
- ACMP – Analógový komparační modul
- ADC – 8 kanálů, 10bitové A/D převodníky

Blokové schéma zapojení mikroprocesoru je na obrázku 13. Je zde znázorněno, jak má být mikroprocesor zapojen podle návrhů výrobce. Optimální napájení, zapojení krystalu a hlavně jak zapojit programovací piny. Symbolicky jsou znázorněny porty mikroprocesoru.

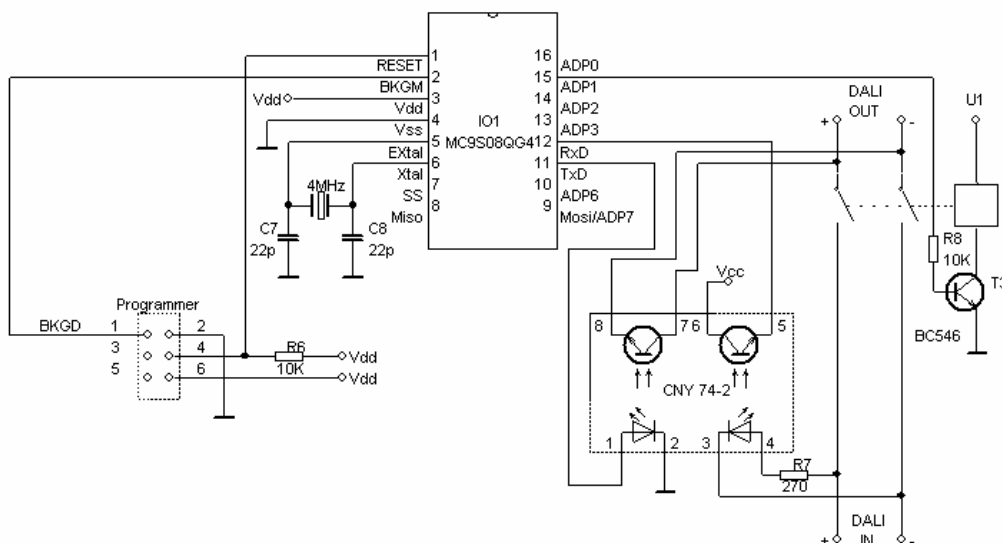


Obr 13 Základní systémové zapojení

Jak je vidět na výrobcem doporučovaném zapojení, napájení systému jsou 3V. Systém je programován pomocí BKGD pinu.

Reální zapojení systému je na obrázku 14. Celé zapojení obsahuje tři základní části které jsou nejpodstatnější v realizaci:

- Integrátor
- Čtení a zápis na sběrnici
- Odpojovač sběrnice



Obr 14 Schéma zapojení mikroprocesoru

Na obrázku je částečné zapojení procesorové části. Nachází se tady programovací piny, čtení a zápis sběrnice a odpojovač sběrnice. Celkové schéma zapojení se nachází v příloze.

5.3 Čtení a zápis na sběrnici

Pro čtení a zápis na sběrnici by navržen systém dvou optočlenů. Optočlen je součástka, která má na starosti galvanické oddělení. Je složena se dvou hlavních částí. Na jedné straně se vždy nachází LED dioda (infra LED dioda, nebo obačejná LED dioda). Na přijímací straně se nejčastěji nachází opto tranzistor (PNP, NPN) nebo taky jiné spínací prvky, jak jsou například tyristory nebo triaky. V našem případě se používají optočleny s NPN tranzistory. Princip je následný. Po přivedení napětí na luminiscenční diodu o velikosti 6V a 60mA, se dioda rozsvítí co má za následek otevření foto tranzistoru. Jestli chceme tranzistor přivíít, tak na diodu přivedeme menší napětí. To má za následek přivření tranzistoru. V tabulce 2 jsou uvedeny základní parametry optočlenu. Uvádí se v nich, jaký je odebíraný proud LED diody, jak je možné maximálně zatížit optotranzistor. Například u uvedených parametrů si můžeme vypočítat předřadný odpor pro LED diodu. Výpočet je uveden ve vzorci 1.

$$R = \frac{U_{VSTUPNÍ} - U_{DIODY}}{I_{DIODY}} \quad (1)$$

Input (Emitter)

Parameters	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		V_R	6	V
Forward current		I_F	60	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	1.5	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	125	$^\circ C$

Output (Detector)

Parameters	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Collector emitter voltage		V_{CEO}	70	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Peak collector current	$t_p/T = 0.5, t_p \leq 10 ms$	I_{CM}	100	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	150	mW
Junction temperature		T_j	125	$^\circ C$

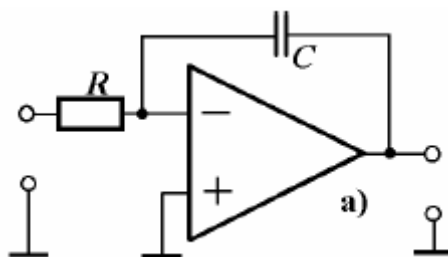
Tab 2. Napětové a proudové vlastnosti optočlenu

5.4 Odpojovač sběrnice

Odpojovač sběrnice má na starosti následující. Po znovu obnovení napájení celého systému se nejprve pošle na sběrnici příkaz 255 což znamená neměnit hodnotu předřadníku. Následně se pomocí odpojovače odpojí sběrnice a do předřadníku svítidla se pošle naposledy zadaná hodnota. Poté se sběrnice opět připojí. Když uživatel opětovně zadá jinou hodnotu, tak se už předřadník řídí požadavkem uživatele.

5.5 Integrátor

Význam integrátoru v mém zapojení má význam kontroly napětí. Předřadník je upraven na to, aby mohl fungovat, jak na střídavé, tak na jednosměrné napájení. Integrátor má na starosti, aby vyhodnotil jestli je napájení střídavé nebo jednosměrné. Jestli se na vstupu integrátoru objeví napájení jednosměrné, na jeho výstupu se objeví kladné napájení. Základní schéma integrátoru je na obrázku 14.



Obr 14 Schéma integrátoru

6 Software

K programování mikroprocesoru je požité vývojový prostředí Codewarrior. Codewarrior pracuje s programovacím jazykem C++. Pro jednoduché programování je vytvořen program v prostředí C#. Nyní si popíšeme jednotlivé části softwarového vybavení programu.

6.1 Codewarrior

CodeWarrior je v informatice integrované vývojové prostředí (IDE) pro operační systémy Macintosh, Microsoft Windows, Linux, Solaris a vestavěné systémy. Původně byl vyvíjen společností Metrowerks, která byla v roce 1999 odkoupena společností Motorola a její dceřinou společností Freescale Semiconductor, která se v roce 2004 osamostatnila a nadále pokračuje ve vývoji nových verzí. Existují specializované verze určené pro Sony PlayStation 2, Nintendo GameCube, Nintendo DS, Palm OS, Symbian OS a dokonce existuje i verze pro BeOS. Soustředí se na nástroje pro jazyk C a C++, ale zahrnuje také Pascal, Object Pascal, Objective-C a Java kompilátory.

Původní CodeWarrior byl vyvinut společností Metrowerks. První verze byla určena pro počítače Macintosh s procesorem Motorola 68000, přičemž hlavní část vývoje byla prováděna s původní skupinou THINK C standardu. Stejně jako THINK C, který byl znám pro svou rychlost kompilace, byl i CodeWarrior rychlejší než Macintosh Programmer's Workshop (MPW) od společnosti Apple. V srpnu 2005 byl stále rychlejší, než originální Appllovské GCC založené na vývojových nástrojích Xcode. CodeWarrior byl klíčovým faktorem úspěchu společnosti Apple při přechodu ze strojové architektury procesoru 68K na procesor PowerPC, protože poskytl kompletní a solidní překladač. Konkurenční MPW nástroje a Symantec C++ mu většinou nemohly konkurovat. Pro Metrowerks bylo snadné vytvářet více kódové architektury ("fat binary"), které mohly být použity na procesorech 68K i PowerPC.

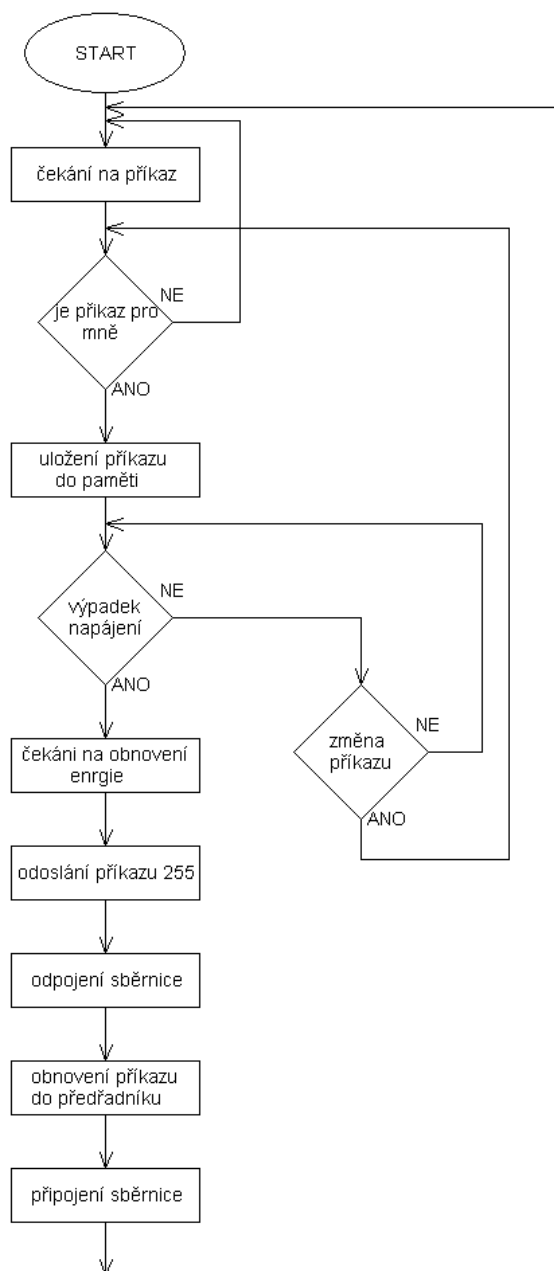
[5]

6.2 Programovací jazyk C

C je nízkoúrovňový, kompilovaný, relativně minimalistický programovací jazyk. Je dostatečně mocný na většinu systémového programování (ovladače a jádro OS) a zbytek lze dořešit tzv. inline assemblerem, tedy metodou zápisu assembleru přímo do kódu. Zdrojový kód C je přitom mnohem čitelnější než assembler, je jednodušší ho zapsat a navíc je snáze přenositelný na jiné architektury. Proto jsou často operační systémy, překladače, knihovny a interprety vysokoúrovňových jazyků implementovány právě v C. Ukládání dat je v C řešeno třemi základními způsoby: statickou alokací paměti (při překladu), automatickou alokací paměti na zásobníku a dynamickou alokací na haldě (heap) pomocí knihovních funkcí. Jazyk disponuje jen minimální abstrakcí nad alokací: s pamětí se pracuje přes datový typ zvaný ukazatel, který drží odkaz na paměťový prostor daného typu proměnné, ale je na něm možné provádět aritmetické operace (tyto operace ale neoperují s ukazateli přímo na úrovni jednotlivých bajtů, nýbrž přihlíží k velikosti datového typu, na který ukazují - existují ale také ukazatele typu void *, které mohou odkazovat na jakýkoliv typ dat uložený v paměti.). Ukazatele tedy existují nezávisle na proměnných, na které odkazují, a je na odpovědnosti programátora, aby neukazovaly na paměť nealokovanou. Ukazatele jsou velmi mocným nástrojem, protože C jazyk povoluje ukazatele nejen na data, ale i na funkce. Současně jsou ukazatele z hlediska přenositelnosti a rizika zhroucení programu při jejich nesprávném použití Achillovou patou jazyka. Na druhou stranu, programátorovi je dána plná zodpovědnost za alokace paměti, není zde tedy závislost na automatickém dealokátoru paměti (garbage collector), jehož činnost nemá v jazycích vyšší úrovně šanci ovlivnit. Jazyky Java a C#, oba odvozené od C, používají méně univerzální způsob odkazování alokovaných proměnných, který snižuje pravděpodobnost chyby v programu. Jazyk C++, původně rozšíření jazyka C, si ovšem ukazatele zachoval. Mnoho dalších moderních programovacích jazyků přebírá způsob zápisu (neboli syntaxi) z jazyka C. Patří mezi ně například zmíněná Java či Perl a PHP.

[5]

6.3 Vývojový diagram



Program je navržen tak, aby po zapnutí čekal na příkaz, který je určen pro něj. Rozpozná to podle naprogramované adresy. Jestli je adresa správná, načte celý rámec určený pro něj. Pak systém čeká na změnu. Změněnou považujeme nový příkaz nebo výpadek napájení. Jestli je výpadek napájení, systém čeká po dobu, kdy se znovu obnoví napájení. Po obnovení systém pošle nadřazenému systému příkaz 255, co znamená neměnit hodnotu. Pak se celá sběrnice odpojí a pošle se poslední příkaz, který byl zadán předřadníku. Pak se sběrnice znovu zapne a systém opět čeká na příkaz, který je určen pro něj.

6.4 C#

Ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2005 byl navržen program, který naprogramuje předřadník. Systém obsahuje zadávání adresy předřadníku a taky pole pro zadání hodnoty na jakou intenzitu bude předřadník svítit v případě výpadku energie. Ovládací okno je vyobrazeno na obrázku 15.



Obr 15 Ovládací okno programátoru

Program po spuštění může vykonávat dvě funkce. Může hodnotu už naprogramovaného opakovače načítat, nebo ji může nastavit. Do pole Write ID se zapíše adresa předřadníku, před kterým je připojen opakovač. Kolonka % se může a nemusí vyplňovat. Jestli se vyplní, udává se, na jakou intenzitu bude předřadník svítit při výpadku napájení. Po nastavení hodnot program vyexportuje HEX soubor, který se následně do mikroprocesoru napálí pomocí Codewarrioru.

7 Návrh plošného spoje

Pro návrh plošného spoje byl vybrán program Eagle. Eagle je produkt firmy CadSoft, která má sídlo v Německu a pobočku v USA. Výhodou produktu Eagle je jeho flexibilita v použití různých operačních systémů. EAGLE běží na platformách Windows®, Linux® a MAC OS®. Výrobce systému popisuje jeho výhody následovně:

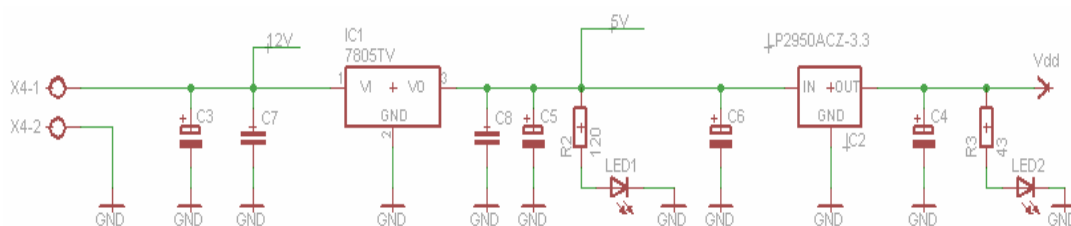
- dopředná a zpětná anotace v reálném čase
- nápověda orientovaná podle obsahu
- žádná hardwarová ochrana programu!
- vícenásobná okna pro desku, schéma a knihovnu
- výkonný uživatelský jazyk
- integrovaný textový editor
- dostupný pro Windows 95/98/NT4/2000 a Linux

Základní schéma celého zapojení je nakreslena v programu ProfiCad. Tady je nakreslené kompletní schéma. Je to program, který podporuje všechny evropské standardy a proto je vhodný ke kreslení elektrotechnických schémat.

Program Eagle byl využit jednom pro návrh DPS. Tento požadavek byl zadán se strany firmy, pro kterou byl tento produkt navržen.

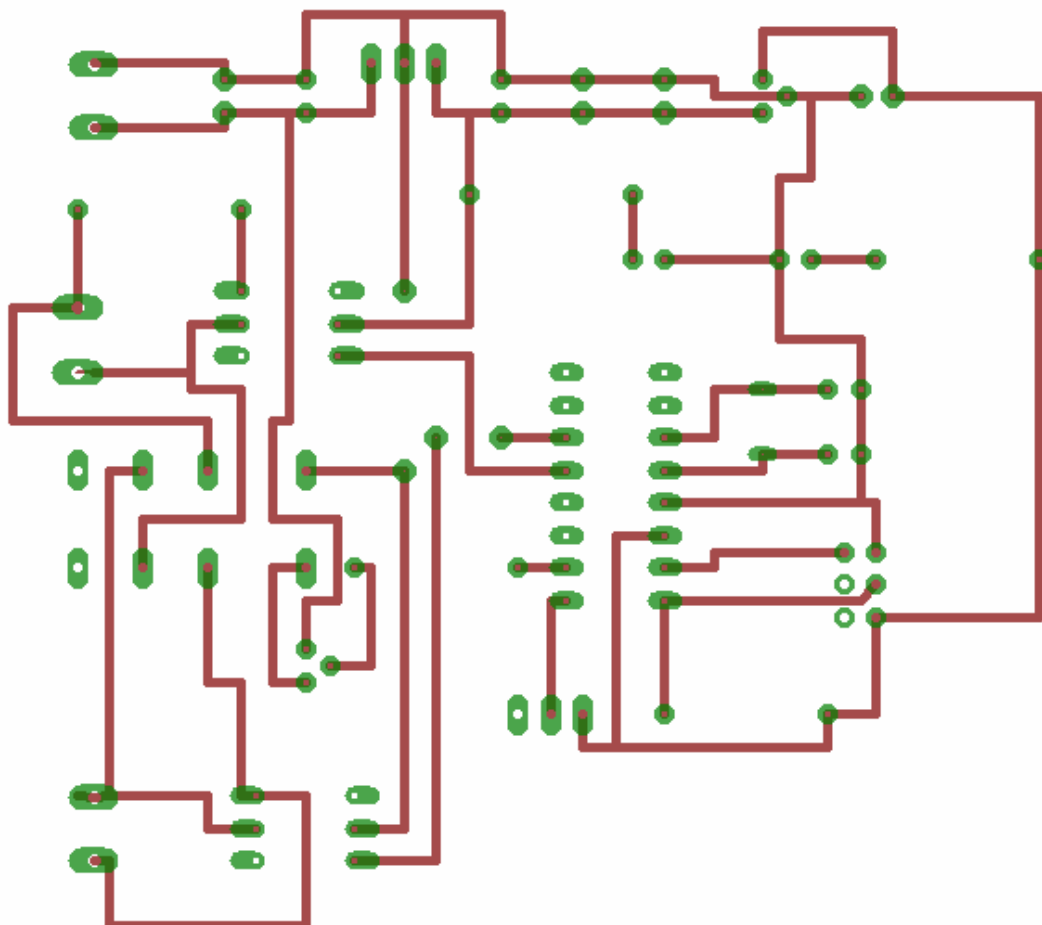
7.1 Schéma zapojení z programu Eagle

V programu Eagle si nakreslíme v editoru schémat schéma zapojení. V knihovně součástek si vybereme součástky podle reálních rozměrů. Knihovna, taky obsahuje obrovské množství již předdefinovaných součástek. Schéma zapojení je vyobrazena na obrázku 16.



Obr 16 Schéma zapojení zdroje

Po nakreslení elektrotechnického schématu následuje část, kdy se vygeneruje DPS. Po spuštění editoru DPS je objeveny všechny použité součástky. Na uživateli je, jak je rozmístí na pracovní ploše editoru. Po rozmístění součástek následuje AutoRouter. Ten nám vygeneruje podle vstupních parametrů DPS. Všechny navržené cesty se mohou upravovat dle požadavků uživatele. Když je deska navržena, můžeme si z programu vyexportovat vrstvy, které požadujeme. Navržená deska je vyobrazena na obrázku 17 a jsou v ní vypnuté všechny vrstvy. Jedinou zapnutou vrstvou je vrstva, v které jsou nakresleny cesty DPS.



Obr 17 Návrh DPS

Deska je navržena tak, aby se dala lehce přeprogramovat. Proto jsou tam vyvedeny i piny k programování. Schéma zapojení je přiloženo v příloze.

Práce v programu Eagle je velice přehledná a uživatelsky dobře zpracována. Výhodou programu je to, že se už vygenerované schéma dá editovat podle vlastního uvážení. Knihovna programu je bohatá na součástky. Jedině co se dá programu vytknout je, že dělá čáry pod různými úhly a tedy, když chce uživatel, aby deska vypadala profesionálně, musí nad ní strávit ještě nějaký čas.

8 Závěr

Obsahem této práce bylo vytvořit opakovač na sběrnici DALI. Zařízení mělo pracovat jako opakovač příkazů na sběrnici při výpadku napájení systému. Systém by měl rozpoznávat, kdy došlo k výpadku napájení v systému. Při výpadku napájení si systém uchová poslední zadaný příkaz. Po znovu obnovení energie do systému zařízení odpojí sběrnici a do předřadníku pošle poslední zadaný příkaz.

Na začátku práce jsem se musel seznámit se zařízeními a jednotlivými komponenty DALI od firmy Helvar. Po praktických zkouškách jsem začal navrhovat hardware pro celý systém. Jako první část jsem navrhoval napájecí zdroj. Zdroj má dvě výstupní napětí a to 5V na optot zařízení a 3,3V na napájení mikroprocesoru. Pak následovala část snímání a zápis dat na sběrnici. Tady jsem musel vymyslet bezpeční variantu zápisu, abych nepoškodil ostatní zařízení. Jako poslední část hardwaru bylo potřeba navrhnout mikroprocesorovou část. Systém je postaven na mikroprocesoru firmy Freescale. Bylo navrženo schéma zapojení a deska plošného spoje. Zařízení bylo otestováno v simulátoru a na univerzální desce.

Po všech návrzích jsem začal dělat strukturu programu. Musel jsem si nastudovat kompletní komunikační protokol sběrnice. Zařízení je nyní schopno načítat rámec, který je pro něj určen. Daný rámec si uloží do paměti a čeká kým nastane stav změny nebo stav výpadku.

V současné době je tedy vytvořen a otestován hardware a částečně fungující software. Zadávací firma Hormen CE a.s se navíc snažila sehnat co nejvíce informací, ale bohužel firma Helvar nebyla moc ochotná poskytnout své dokumenty a vývoj software byl časově náročný. Před dokončením projektu se navíc na trhu objevilo zařízení, které již plní požadovanou funkci, takže následující práce by byla zbytečná a vývoj zařízení byl ukončen. Zadávací firma Hormen CE a.s bude toto zařízení nakupovat od firmy Helvar, které je zároveň dodavatelem celého systému DALI.

9 Literatura

- [1] NEMA Standards Publication 243-2004.pdf
- [2] NEMA STANDARD PUBLICATION 243-2004 Part 1 service manual.pdf
- [3] DALI IEC60929 AnnexE.pdf
- [4] <http://www.freescale.com>
- [5] <http://cs.wikipedia.org>

10 Seznam příloh

PŘÍLOHA I	–	Elektronický předřadník
PŘÍLOHA II	–	Celková schéma zapojení
PŘÍLOHA III	–	Návrhy a schémy z programu Eagle
PŘÍLOHA IV	–	Osazená DPS
PŘÍLOHA V	–	Elektronický předřadník



DNA CE s.r.o., Podolí 30, 250 81 Nehvizdy

tel. 326 993 632-3, fax 326 994 892, e-mail: info@dna.cz, www.dna.cz

EL..CHFI, si - DIGITÁLNÍ ELEKTRONICKÝ PŘEDŘADNÍK pro kompaktní zářivky**18 - 80W • 220 - 240V • 50 - 60Hz****VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA**

- digitální DALI řízení
- teplý start
- úspora energie
- neblíkové světlo
- splňuje požadavky EMC
- nízké harmonické
- stabilizovaný výstup
- nízký zemnicí svodový proud

TECHNICKÁ DATA

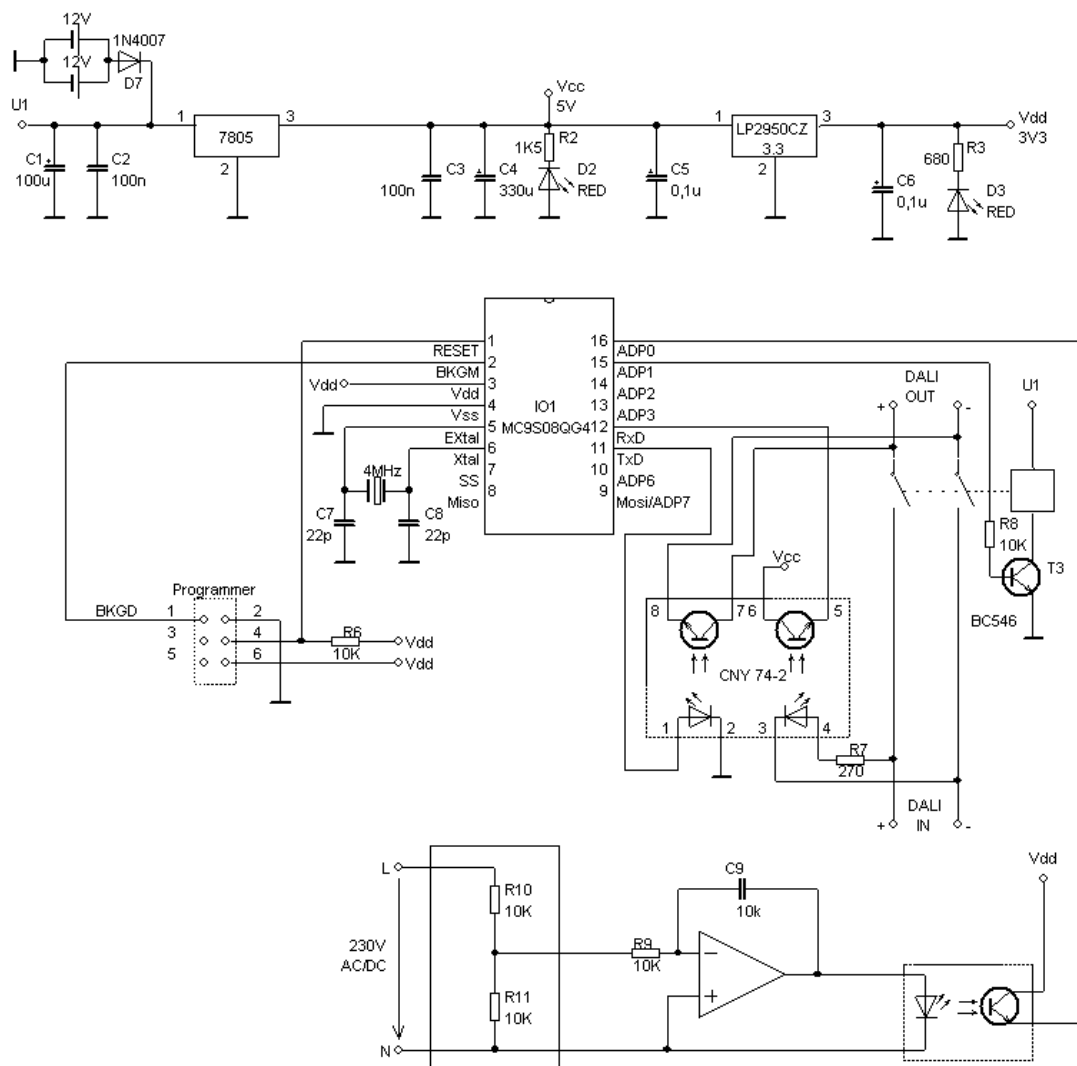
zářivka				předřadník								
typ	výkon (W)	počet	příkon (W)	typ	EEI	rozměry	schéma zapojení	hmotnost (g)	odkazový příkon (W)	proud (A)	pracovní frekvence (kHz)	rozsah řízení (%)
TC-L	18	1	17,5	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	21	0,09	45-105	3-100
		2	17	EL 2x18/24 CHFI	A1	4	2	245	41	0,17	45-125	3-100
	24	1	23,5	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	27,5	0,12	45-105	3-100
		2	23	EL 2x18/24 CHFI	A1	4	2	245	53,5	0,23	45-125	3-100
	36	1	22,5	EL 1x24 si*	A1	1	3	285	27	0,13-0,12	50-80	1-100
		2	22,5	EL 2x24 si*	A1	2	4	365	51	0,24-0,20	40-100	1-100
	39	1	32	EL 1x36 si	A1	1	3	285	37	0,17-0,16	65-105	1-100
		2	32	EL 2x36 si	A1	2	4	365	72	0,32-0,30	55-100	1-100
	55	1	40	EL 1x39 si*	A1	1	3	285	45	0,20-0,18	60-100	1-100
		2	40	EL 2x39 si*	A1	2	4	365	85	0,40-0,36	40-100	1-100
	80	1	55	EL 1x55 si	A1	1	3	285	62	0,28-0,24	48-90	1-100
		2	55	EL 2x55 si	A1	2	4	365	114	0,52-0,48	47-105	1-100
TC-F	18	1	17,5	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	21	0,09	45-105	3-100
		2	17	EL 2x18/24 CHFI	A1	4	2	245	41	0,17	45-125	3-100
	24	1	23,5	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	27,5	0,12	45-105	3-100
		2	23	EL 2x18/24 CHFI	A1	4	2	245	53,5	0,23	45-125	3-100
	36	1	22,5	EL 1x24 si*	A1	1	3	285	28	0,13-0,12	50-80	1-100
		2	22,5	EL 2x24 si*	A1	2	4	365	53	0,24-0,20	40-100	1-100
TC-DE	18	1	32	EL 1x36 si*	A1	1	3	285	37	0,17-0,16	65-105	1-100
		2	32	EL 2x36 si*	A1	2	4	365	71	0,32-0,30	55-100	1-100
	26	1	18	EL 1x18 CHFI	A1	3	1	175	21	0,10	40-80	3-100
		2	18	EL 2x18 CHFI	A1	4	2	245	40	0,17	50-90	3-100
	32	1	26	EL 1x26-42 CHFI	A1	3	1	175	29	0,13	45-85	3-100
		2	26	EL 2x26-42 CHFI	A1	4	2	255	56,5	0,24	40-120	3-100
TC-TE	18	1	18	EL 1x18 CHFI	A1	3	1	175	21	0,10	40-80	3-100
		2	18	EL 2x18 CHFI	A1	4	2	245	40	0,17	50-90	3-100
	26	1	26	EL 1x26-42 CHFI	A1	3	1	175	29	0,13	45-85	3-100
		2	26	EL 2x26-42 CHFI	A1	4	2	255	56,5	0,24	40-120	3-100
	32	1	32	EL 1x26-42 CHFI	A1	3	1	175	35	0,16	45-85	3-100
		2	32	EL 2x26-42 CHFI	A1	4	2	255	69	0,31	40-120	3-100
42	1	42	EL 1x26-42 CHFI	A1	3	1	175	45,5	0,21	45-85	3-100	
	2	42	EL 2x26-42 CHFI	A1	4	2	255	90	0,40	40-120	3-100	
T5c	22	1	23	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	26	0,11	40-120	3-100
	40	1	38	EL 1x18-40 CHFI	A1	3	1	175	44	0,19	40-120	3-100

* Testováno a doporučeno Helvarem, ENEC - neschválená kombinace

TECHNICKÁ DATA

- max. teplota na zkušební bodě t_c: 65/70/75°C *
- teplota okolí: +5...+50°C
- skladová teplota: -30...+80°C
- max. relativní vlhkost: bez kondenzace
- počet startování zářivky: > 20 000
- tolerance napájecího napětí: ±10%
- stejnosměrné napájení: 176 - 276 VDC

- odolnost proti přepětí: 380 V/ 3 min
- účinnost (max.): 0,97
- zbytkový proud: < 0,4mA
- max. výstupní napětí U_{out}: 400V
- životnost (90% přežití): 50 000 h, při 70°C T_c
- max. vzdálenost od zapojení zářivek: 1m
- startovací čas (typický): <1,5 s



- **Návrhy a schémy z programu Eagle**

